

**Tabla 32. Equipos de aspersión evaluados para la aplicación de bioinsecticidas y características principales. (Flórez *et al.* 1994).**

EQUIPO	TIPO	REFERENCIA	DESCRIPCION
Alto Volumen	Presión Previa Retenida	TRIUNFO 40-100-10	Boquilla HC3 190 ml/min. 40 p.s.i.
Alto Volumen	Semiestacionario	MARUYAMA MS 253	2 discos en línea referencia d35 Flujo 1700 cc/min 20 kg/cm <sup>2</sup>
Bajo Volumen	Motorizado de espalda	Prototipo MOTAX (ACG)*	Disco rotativo ventilador a 5000 r.p.m Flujo boquilla 140 ml/min.

\* Aplicación controlada de gotas.

**Tabla 33. Descripción de los tratamientos utilizados para evaluar los diferentes equipos de aspersión para la aplicación de bioinsecticidas.**

EQUIPOS DE ASPERSION	VOLUMEN ml / árbol	VOLUMEN L/ ha
Presión previa retenida	50	300
Semiestacionario	50	300
Prototipo MOTAX	10	60

**Tabla 34. Porcentaje de volumen real que llega a los frutos cuando se emplea el sistema de alto y bajo volumen. (Flórez *et al.* 1994).**

Sistema	Equipo	Parte de la rama	Posicion de la rama		$\bar{X}$	CV(%)
			Alta	Media		
AV	Semiestacionario	Interna	11,4	14,90	13,9a	55
		Externa	13,2	13,6		
		X	12,3	15,6		
		CV (%)	10,2	6,2		
AV	Presión preiva retenida	Interna	27,7	10,2	10,5a	49
		Externa	24,5	13,9		
		X	26,1	12,0		
		CV (%)	8,6	21,7		
	Prototipo Motax	Interna	9,2	34,1	28,8b	38,6
		Externa	8,4	28,7		
		X	8,9	31,4		
		CV (%)	6,9	12,2		
		X	15,8a	19,7b		
		CV (%)	8,6	13,4		

AV = Alto Volumen

BV = Bajo Volumen

$\bar{X}$  = Promedio

CV. = Coeficiente de variación.

gira a 5000 r.p.m. que produce gotas uniformes de 100  $\mu$ m las cuales aumentan la proporción de la aspersión adherida a los frutos.

El análisis de varianza, mostró efecto del estrato, observándose la mayor proporción de volumen con un 19,7% en frutos localizados en ramas del estrato medio y la menor con un 15,8% para los frutos presentes en ramas del estrato alto del árbol (Figura 55). De otro lado no se observó efecto en la proporción del volumen sobre la parte interna y externa de los frutos presentes en las ramas (Figuras 56 y 57).

Estos resultados indicaron que un incremento en el volumen de aplicación / árbol / ha no implica un mejor cubrimiento de los frutos. Por esta razón el sistema a bajo volumen resultó ser más eficiente (Prototipo Motax); este está constituido por un disco rotativo unido a un ventilador que gira a 5000 r.p.m. que permite producir gotas uniformes de 100  $\mu$ m, las cuales aumentan la proporción de la aspersión adherida a frutos.

La mayor proporción de volumen de aspersión recuperado en los sistemas de alto y bajo volumen (300 L./ha y 60 L./ha) lo representan los frutos de las ramas del estrato medio, debido a que la cosecha (mitaca- abril/1994) se encontraba localizada en esta parte del árbol y por tal razón, estas ramas presentaron un menor follaje; caso contrario lo representan las ramas del estrato alto en donde los frutos presentaron una menor proporción del volumen recuperado debido a la presencia de mayor follaje, lo que impidió una óptima penetración y distribución de las gotas en los frutos. Lo anterior indica, al parecer, que no es necesario aumentar el volumen de aplicación por árbol para obtener un mejor cubrimiento de los frutos, puesto que la posición media del árbol se ve favorecida con los dos sistemas de aplicación tanto alto como bajo volumen. Por esta razón, el sistema de bajo volumen (Prototipo Motax) reduce el volumen total de aplicación, lo cual disminuye el tiempo y los costos de aplicación comparados con los de alto volumen (Semiestacionario y Presión Previa Retenida).

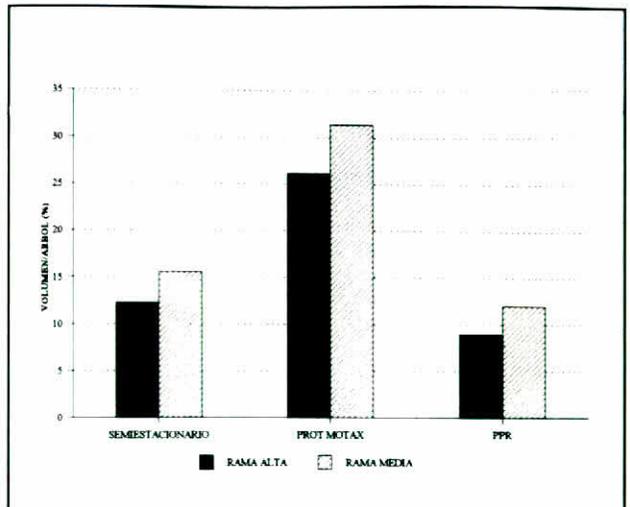


Figura 55. Volumen real que llega al estrato alto y medio del árbol.

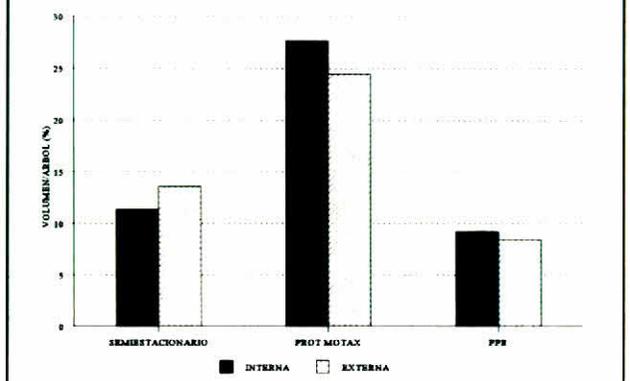


Figura 56. Volumen real que llega a los frutos de la parte interna y externa de la rama.

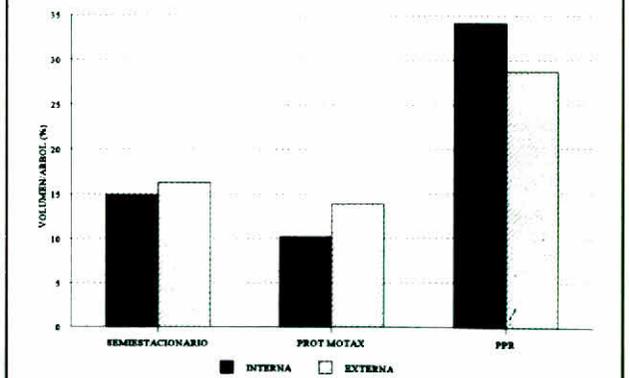


Figura 57. Volumen real que llega a los frutos de la rama media del árbol.

Estos resultados indicaron que los equipos de aspersión no tuvieron efecto directo en cuanto al volumen recuperado en frutos de los estratos medio y alto, sino que se debió principalmente al sistema (alto y bajo volumen) y a la distribución de los frutos en el árbol. Por tanto, sería de interés realizar trabajos específicos sobre el cubrimiento de frutos en árboles de diferentes edades y densidades de siembra y complementarlos con pruebas biológicas que evalúen el efecto de las aplicaciones de *B. bassiana* sobre el control de la broca.

### 2.4.2. Prueba biológica

La dosis del hongo *B. bassiana* utilizada fue de  $1 \times 10^{10}$  esporas / árbol ( $6 \times 10^{13}$  esporas / ha); además, se le adicionó el 0,7% de aceite emulsionable. Para la aspersión se utilizaron los equipos y el sistema de aspersión empleados para la prueba física.

Se evaluó el efecto de los tratamientos (Tabla 35), mediante un diseño completamente aleatorio utilizando como variable el porcentaje de infección por *B. bassiana* sobre adultos de *H. hampei*; se registró semanalmente el número de brocas con presencia de micelio en la posición A y B del fruto, mediante observaciones visuales. Después de 30 días de realizada la aspersión se recolectaron y trasladaron al laboratorio los frutos para estimar en ellos, mediante disección, el número de brocas totales con presencia de micelio blanco, brocas vivas y muertas por otras causas, incluyendo las no registradas en campo, debido a que se encontraban en las posiciones C y D por lo cual se dificultaba su observación. Las brocas muertas que no presentaban

micelio blanco, se trasladaron a una cámara húmeda durante cinco días para ser luego observadas al estereoscopio con el fin de confirmar si la acción del hongo fué la causa de su muerte.

La unidad experimental la conformaron 50 árboles (5 surcos x 10 árboles) y la aspersión se realizó sobre 5 árboles centrales, de los cuales se evaluó una rama de la zona productiva del árbol del medio. El número de unidades experimentales fue de 10 por tratamiento, de acuerdo con estimación para la varianza en estudios preliminares a un nivel de significancia del 5%, con una diferencia máxima aceptable del 20% de infección por hongo para obtener una confiabilidad en los resultados del 75%.

Con la finalidad de asegurar la infestación artificial de frutos de café se utilizaron mangas entomológicas, cuya estructura consta de alambre galvanizado # 10 con una longitud de 50 cm x 20 cm de diámetro, cubierta con muselina blanca adherida a la rama con hilo de polipropileno para evitar el escape de las brocas. Dos horas después de realizada la aspersión del hongo se seleccionó al azar una rama de la zona productiva con frutos en estado de semiconsistencia (120 días) y se procedió a infestar cada rama con 200 brocas adultas, completamente activas y recién emergidas (estado natural) provenientes de frutos "guayabas", recolectados en el campo. Después de cuatro días se retiraron de las mangas aquellas brocas que no infestaron los frutos y se registró además el porcentaje de infestación (número de frutos totales y frutos infestados en cada rama).

**Tabla 35. Descripción de los tratamientos, equipos de aspersión y dosis de *B. bassiana* utilizados para evaluar el control de la broca del café con el hongo *B. bassiana***

SISTEMA	EQUIPO	ml/árbol	esporas/árbol <i>B. bassiana</i>	esporas/ha <i>B. bassiana</i>
Alto Volumen	Presión Previa Retenida	50	$1 \times 10^{10}$	$6 \times 10^{13}$
Alto Volumen	Semi-estacionario	50	$1 \times 10^{10}$	$6 \times 10^{13}$
Bajo Volumen	Prototipo MOTAX (ACG)	10	$1 \times 10^{10}$	$6 \times 10^{13}$

**Resultados y discusión.** Con relación a la prueba biológica la infestación fue homogénea, con un promedio por rama del 71,1% (Figura 58) y no se presentaron diferencias en el número de brocas por tratamiento (Figura 59). En la Tabla 36 se consignan los datos de la variable porcentaje de infección por *B. bassiana* sobre adultos de *H. hampei*.

El análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas entre equipos, la infección por el hongo (la aplicada más la natural) fue en promedio de 52,1%, independientemente del equipo de aspersión utilizado (Figura 60).

Al realizar el análisis de varianza con un diseño de clasificación simple teniendo como variable de respuesta la infección por hongo y la covariable infestación, no resultó significativa; no se corroboró su efecto como tal, razón por la cual no fue necesario corregir la variable de respuesta, infección por el hongo, para evaluar el efecto de los tratamientos.

Estos resultados indicaron que es posible aumentar la infección por *B. bassiana* sobre adultos de broca en el campo cuando se realizan aspersiones sobre los frutos, ya que este es el sitio apropiado para que la broca realice contacto con el hongo antes de penetrar al fruto; además, las condiciones climáticas de temperatura y humedad favorables durante todo el tiempo de evaluación del experimento (marzo y abril/1994) favorecieron la germinación y esporulación del hongo sobre los adultos de *H. hampei*, causando mortalidad.

Estos resultados indican que el depósito del hongo sobre los frutos es proporcional a la dosis de hongo asperjado, pero independiente del volumen que se aplique (50 ml ó 10 ml); esto quiere decir que si se desea aplicar un producto con mayor eficiencia biológica para controlar adultos de broca el objetivo final debe ser alcanzar las brocas que se encuentran en tránsito, aplicar una proporción de *B. bassiana* que realmente llegue a los frutos, conseguir la persistencia del hongo bajo condiciones adversas de temperatura y humedad; fac-

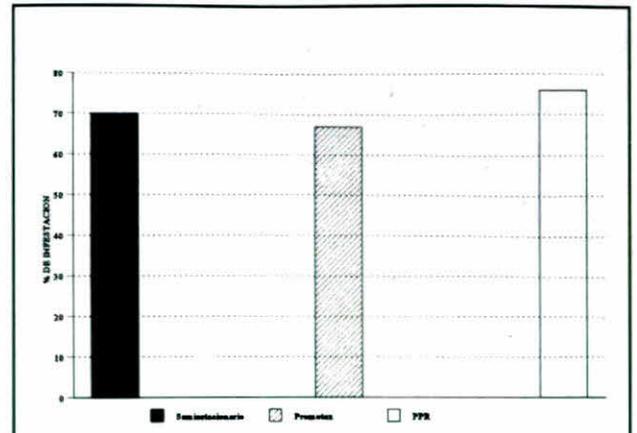


Figura 58. Infestación artificial mediante la utilización de mangas entomológicas.

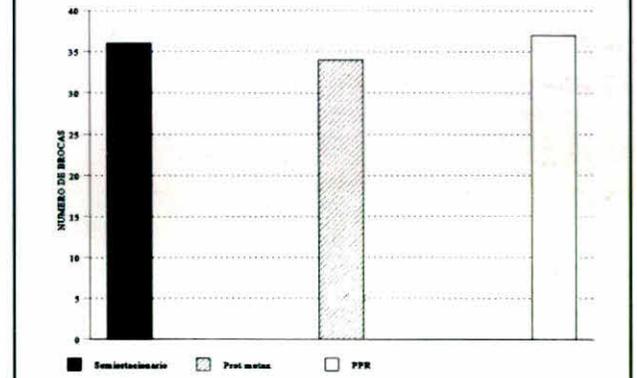


Figura 59. Número de brocas evaluadas por tratamiento.

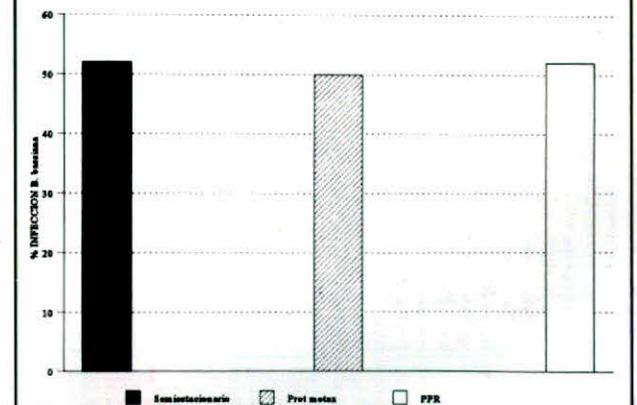


Figura 60. Infección por *B. bassiana* sobre adultos de *H. hampei*.

**Tabla 36. Infección causada por *B. bassiana* sobre adultos de *H. hampei* después de 30 días de realizada la aspersión. (Flórez *et al.* 1994)**

Equipo	Esporas B.b./árbol	Infestación (%)		Infección (%)	
		X	CV	X	CV
PPR	1x10 <sup>10</sup>	67 a*	44	52 a	33
Semiestacionaria	1x10 <sup>10</sup>	70 a	44	52 a	44
Prototipo Motax ACG	1x10 <sup>10</sup>	76 a	31	50 a	56
		71	40	52	45

\* Promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente. Tukey al 5%

$\bar{X}$  = Promedio

CV. = Coeficiente de variación.

tores que deben ser tenidos en cuenta para el estudio de posteriores trabajos de aspersiones de productos biológicos.

#### 2.4.3. Conclusiones

En este trabajo se demostró que la aplicación de 60 L / ha con el prototipo motax de bajo volumen

y 300 L/ha con equipos de alto volumen, empleando la misma dosis de esporas/árbol, 1x10<sup>10</sup>, tiene el mismo efecto biológico sobre los adultos de broca. Estos resultados hacen posible la utilización de equipos de aspersión que requieran menor cantidad de agua en la mezcla con el hongo, sin variar la eficiencia de éste. (Figura 61).



Figura 61. Aplicación de *B. bassiana* con un equipo de bajo volumen (Motax).

### 3. EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFÉ

La broca se encuentra en la mayoría de los países productores de café y la única herramienta de control evaluada han sido los insecticidas (Penados y Ochoa 1980, Rhodes y Mansingh 1985a, 1985b, Villanueva 1984) y poco ó nada se ha hecho para el desarrollo de otras medidas de control (Barrera *et al.* 1990b). La mayor parte de los estudios de control químico se han realizado en Centroamérica y en el Brasil, en donde las condiciones de cosecha unimodal y las características del cultivo permiten controlar la broca con buenas recolecciones de frutos y una a dos aspersiones de insecticidas al año.

La caficultura en Colombia es diferente a la de estos países debido a las condiciones climáticas, especialmente los períodos de lluvias que determinan las épocas de floración y afectan el volumen y distribución de la cosecha de café (Baldión y Guzmán 1994). La zona cafetera en Colombia se extiende desde 0,5° hasta los 11° de latitud Norte lo que implica que para cada zona se deben conocer los épocas de floración (Arcila *et al.* 1993) y establecer a través del desarrollo del fruto (Salazar *et al.* 1993) los períodos críticos en los cuales la broca se puede reproducir dentro del fruto de café. En gran parte del país se producen muchas floraciones que permiten que en los cafetales se encuentren frutos disponibles para el desarrollo de la broca durante muchas épocas del año, dificultando así las labores de control de la broca.

El control químico de la broca del café debe realizarse cuando las hembras adultas están volando buscando nuevos frutos o en el proceso de pene-



Figura 62. Broca en el momento de iniciar la penetración al fruto de café. Momento oportuno para ejercer el control químico.

tración (Figura 62); lo que se pretende con esta medida es prevenir el daño a la población de frutos sanos. Normalmente los frutos de café son susceptibles al ataque de la broca desde el momento en que su peso seco equivale al 20% ó más, lo cual se logra cuando el fruto alcanza entre 100 y 150 días (Montoya y Cárdenas 1994, Penados y Ochoa 1979) de desarrollo después de la floración (dependiendo de la latitud). Este debería ser el tiempo más adecuado para la aplicación de un insecticida, si los niveles de infestación lo ameritan.

Sin embargo, el problema en Colombia se complica por dos situaciones: **primero**, cuando se presenta una alta población de broca en el campo y ataca los frutos recién formados; y **segundo**, porque el café tiene muchas floraciones extendiéndose

se así el período crítico del ataque de la broca. Todo lo anterior conduce a que en casos de ataques generalizados de broca sea muy difícil reducir las poblaciones con sólo insecticidas, ya que se necesitarían aspersiones con mucha frecuencia, causando riesgos a los operarios, a la fauna benéfica, contaminación ambiental, surgimiento de otras plagas del café y resistencia a estos productos. Por tanto, el control químico debe ir acompañado de otras medidas basadas en prácticas agronómicas, control cultural y control biológico (Bustillo 1990).

La literatura mundial sobre el control de la broca del café (Maya y Moncada 1987), muestra que este problema se ha enfocado solo a través del uso de insecticidas, sin considerar el impacto ambiental que puedan causar, ni el efecto sobre la población que vive en las zonas cafeteras. El insecticida más recomendado para el control químico de la broca en muchos países productores de café y afectados por la broca es el endosulfan; sin embargo, este insecticida es de alta toxicidad (Goebel y Gorbach 1982) y causa un impacto adverso al ecosistema y a la fauna benéfica (Jiménez 1995) y no existen antidotos para tratar casos de envenenamiento. Estudios recientes han demostrado que *H. hampei* puede desarrollar resistencia al endosulfan y que esta resistencia es hereditaria (Brun *et al.* 1989, Ffrench-Constant *et al.* 1994).

En una evaluación preliminar de insecticidas<sup>1</sup> (endosulfan, clorpirifos, pirimifos-metil, malathion

y fenitrothion) para el control de *H. hampei* en Colombia, se encontró que se puede obtener alta mortalidad en los adultos (>90%) cuando ésta lleva 24 horas penetrando los frutos (Tabla 37). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con endosulfan, clorpirifos, fenitrothion y pirimifos-metil; sin embargo, endosulfan causó la más alta mortalidad (98%) y la menor se obtuvo con malathion (41%). En cuanto a la protección de los frutos al ataque de la broca se pudo apreciar que ninguno de los productos presenta una acción efectiva más allá de los cuatro días, después de la aplicación. Un estudio posterior (Salazar 1993) mostró que la eficacia del clorpirifos era muy similar a la de endosulfan en el control de la broca (Tabla 38).

Por otra parte no se ha encontrado ningún insecticida eficaz para el control de los estados de la broca en el interior de los frutos. Un ensayo<sup>2</sup> realizado en Balboa, Risaralda, con endosulfan (Thiodan35 CE) el cual se indicaba como muy eficaz bajo estas condiciones, mostró que no tuvo ningún efecto sobre los estados inmaduros de la broca en el interior del fruto; solo se encontró una mortalidad máxima del 24,6% sobre adultos localizados en el canal de penetración (Tabla 39).

Los objetivos de este estudio consistieron en seleccionar insecticidas de baja categoría toxicológica, a través de pruebas de eficacia y residualidad, que puedan ser utilizados confiablemente dentro de un

**Tabla 37. Mortalidad de adultos de *H. Hampei* en el canal de penetración en el fruto de café, 24 horas después del tratamiento con insecticidas. (Pereira1992).**

INSECTICIDA	Dosis i.a / ha.	% Mortalidad <sup>1</sup>
Endosulfan	1,7 l	97,9a*
Clorpirifos	1,5 l	93,1a
Fenitrothion	1,5 l	79,8a
Pirimifos metil	1,5 l	77,4a
Malathion	2,0 l	41,2b
Testigo	-	8,1c

\* Datos seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes. Tukey (P = 0,01).

<sup>1</sup> Bustillo, A.E. 1992. Informe de labores. Entomología, Cenicafé, Chinchiná, Caldas. (Comunicación personal)

<sup>2</sup> Villalba, D.A. 1992. Informe de labores. Entomología, Cenicafé, Chinchiná, Caldas. (Comunicación personal)

**Tabla 38. Mortalidad en el interior de cerezas de los estados de *H. hampei* por Thiodan CE 35 (1,7 L /ha). Finca El Bosque, Balboa, Mayo - Junio 1992.**

ESTADOS	Mortalidad días después de la aspersión					
	2		7		15	
	N°	%	N°	%	N°	%
Huevo	136	0,0	130	0,0	558	0,0
Larva	1263	1,9	634	2,0	782	0,0
Pupa	690	1,7	292	2,0	370	0,8
Adulto	670	11,5	594	24,6	620	13,9

**Tabla 39. Eficacia de Lorsban 4E en el control de *Hypothenemus hampei*, Finca El Marne, Combia, Risaralda, (Salazar, 1993).**

Tratamiento	Dosis / ha	% Mortalidad* días después de la aspersión		
		3	7	10
Lorsban 4E	1,5	80,4ab	80,7ab	34,8a
Lorsban 4E	2,0	97,5a	95,6a	25,3a
Thiodan 35CE	1,7	98,1a	87,1a	34,5a

\* Datos seguidos de la misma letra en la misma columna no son diferentes. Tukey al 0,01.

esquema de manejo integrado de la broca del café, en donde los insecticidas se recomiendan como último recurso en sitios en que los niveles de infestación lo ameriten, el tratamiento sea oportuno y el impacto sobre el ecosistema cafetero sea mínimo.

**Metodología.** El presente estudio se realizó en dos fases denominadas Experimento 1 y Experimento 2 y en cada una se llevaron a cabo ensayos de eficacia y residualidad en fincas cafeteras durante 1993 y 1994; los insecticidas que mostraron en la prueba de eficacia mortalidades superiores al 75% en alguno de los tiempos evaluados, se ensayaron en la prueba de residualidad.

Los sitios de estudio y sus características aparecen en la Tabla 40. Las parcelas experimentales estuvieron conformadas por 5 árboles rodeados de dos

surcos de borde (5 árboles x 5 surcos) para un total de 25 árboles. La unidad experimental la constituyó un árbol del surco central; de este árbol, se seleccionó al azar una rama de la zona productiva en la cual se dejaron 50 frutos de aproximadamente 120 días de desarrollo y luego se colocó una manga entomológica, elaborada con una estructura cilíndrica de alambre calibre 10, de 40 cm de largo por 20 cm de diámetro y se cubrió con una tela de muselina blanca, asegurándose a la rama con un hilo de polipropileno.

Los tratamientos y dosificación usados en los dos experimentos se relacionan en las Tablas 41 y 42. Como criterio de selección se acordó evaluar en las pruebas de residualidad aquellas formulaciones que en el ensayo de eficacia ocasionaran el 75% ó más de mortalidad. Para el experimento 1 de efica-

**Tabla 40. Localización de los experimentos y características de los cafetales en los cuales se llevaron a cabo los estudios de evaluación de insecticidas para el control de la broca del café.**

	Fecha	Finca	Vereda	Municipio	Var. café	Edad (Años)	Distribución	Siembra	Plantas ha.
<b>EXPERIMENTO 1</b>									
Eficacia	Julio 1993	La Zulia	San Joaquín	Pereira	Colombia	2,5	1,2 x 1,2	Triángulo	7986
Residualidad	Jun - Jul 1993	Bonanza	El Pomo	Pereira	Caturra	2,5	1,2 x 1,2	Cuadro	6944
<b>EXPERIMENTO 2</b>									
Eficacia	Jul - Agos 1994	Bonanza	El Pomo	Pereira	Caturra	2,5	1,2 x 1,2	Cuadro	6944
Residualidad	Agos- Sept 1994	Pastorita	Mesopotamia-Armenia		Colombia	2,5	1,5 x 1,0	Cuadro	6666

**Tabla 41. Formulaciones, nombre común, dosis y casa comercial fabricante de los diferentes insecticidas evaluados en el experimento 1.**

FORMULACIÓN	NOMBRE COMÚN ACTIVO $\beta$	DOSIS pc/ha.	CASA COMERCIAL
Actellic 50 CE	pirimifos metil	1,5 l	Basf
Basudin 600 EW	diazinon	1,6 l	Ciba
Brocalina 10%	aceite de café + aceite mineral	40,0 l	Prodecafe
Brocalina 15%	aceite de café + aceite mineral	60,0 l	Prodecafe
Damfin 500 CE	metacrifos	1,6 l	Ciba
Dipterx SI 500	triclorfon	2,0 l	Bayer
Endosulfan 350 CE	endosulfan	1,7 l	Rhone Poulenc
Evisect - S 500	thiocyclan - hidrogenoxalato	0,5 kg	Sandoz
Regent 350 CE	fipronil	0,5 l	Rhone Poulenc
Inithion 50 CE	malathion	3,0 l	Agroser
Lebaycid EC 500	fenthion	1,3 l	Bayer
Lorsban 240 EC	clorpirifos	3,6 l	Dow Elanco
Malathion 57 CE	malathion	3,0 l	Proficol
Mavrik Aquaflow 240	tau Fluvalinato	0,3 l	Sandoz
Miral 500 CS	isazofos	1,6 l	Ciba
Pirifos 48 CE	clorpirifos	1,8 l	Agroser
Reldan 480 Ec	clorpirifos	1,8 l	Dow Elanco
Sevin XLR 480	carbaryl	2,0 l	Rhone Poulenc
Sumithion 50 CE	fenitrothion	1,5 l	Fumitoro
Thiodan 30 CE	endosulfan	1,7 l	Hoechst - Agrevo
Thionil 35 CE	endosulfan	1,7 l	Agroser

**Tabla 42. Formulaciones, nombre común, dosis y casa comercial fabricante de los insecticidas evaluados en el experimento 2.**

FORMULACIÓN	NOMBRE COMÚN	DOSIS pc/ha.	CASA
Borax 0,3%	ácido bórico	6,6 kg	-----
Crawling insect Killer 90% (CIK)	tierra de diatomeas	17,5 kg	Organic plus
Danol 60 CE	diazinon	1,31	Agroser
Danol 60 CE	diazinon	1,6	Agroser
Regent	fipronil	0,4 kg	Rhone Poulenc
EXP 60075 A	betacipermetrina	0,4 kg	Rhone Poulenc
Flea and ant Killer (FAK)	tierra de diatomeas	17,5 kg	Organic plus
Fenothion 50 CE	fenitrothion	1,21	Agroser
Fenothion 50 CE	fenitrothion	1,51	Agroser
Fumibroca	malathion	5,01	Luis M. Mutato
Lebaycid 500 CE	fenthion	1,51	Bayer
+ Cosmoflux 411 F	+ coadyuvante	0,81	Cosmoagro
Pyretrinas (PDEI)	butóxido de piperonil + tierra diatomeas	5,0 kg + 12,5 kg	Organic plus
Thiodan 35 SC	endosulfan	1,51	Agrevo
Malathion 57 CE	malathion	5,01	Proficol

cia se utilizó un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial así: 25 tratamientos, 4 tiempos de infestación y 4 repeticiones; y para el de residualidad fueron 8 insecticidas, 5 tiempos de aspersión y 6 repeticiones. En cuanto al experimento 2 se utilizó el mismo diseño experimental pero en el estudio de eficacia se evaluaron 14 formulaciones y en el de residualidad 5. Por solicitud de las Casas Comerciales productoras de estos insumos agrícolas, a los insecticidas del experimento 1 de residualidad se les adicionaron diferentes tipos de coadyuvantes para contrarrestar el efecto del lavado por las lluvias (Tabla 43).

Para realizar las infestaciones se utilizaron 40 frutos secos brocados y disecados, los cuales se colocaron en vasitos plásticos con tapa. Para el experimento 2 se usaron 200 brocas activas recién emergidas de frutos brocados (24 horas), las cuales se colocaron en tarritos plásticos (envases de rollos fotográficos) con confeti. Una vez instaladas las mangas se realizó la infestación de todas las unidades experimentales de los diferentes tratamientos; para el efecto se repartieron los frutos brocados ó los adultos dentro de las mangas, en este último caso, usando un colador para separar las brocas de los papeles que constituyen el confeti. Antes de la

aplicación de los tratamientos se retiraron las mangas de las ramas, se recogieron las brocas sobrantes y se evaluó la infestación.

Las aplicaciones de los productos se hicieron con una aspersora de presión previa retenida, Triunfo 40-100-10 provista de una boquilla TX3 (flujo de 190 cc/min a 40 psi). Previo a las aplicaciones de los productos, los equipos de aspersión se calibraron para determinar el volumen de mezcla por árbol, el cual fue de 50 ml. Para cada tratamiento se utilizó un equipo diferente y los productos se asperjaron a los 5 árboles del surco central.

Para evaluar la eficacia, los insecticidas se asperjaron al cabo de 1, 3, 8 y 15 días de realizada la infestación artificial con adultos de broca. La residualidad de los insecticidas se evaluó asperjándolos y luego infestando las parcelas con adultos de broca 1, 3, 7, 15 y 21 días después. En ambos casos las mangas se retiraron y se colocaron nuevamente después de realizado el tratamiento. Las evaluaciones se llevaron a cabo 3 días después de las infestaciones y/o aplicación de los productos, para lo cual se cortaron las ramas con las mangas entomológicas, se llevaron al sitio de evaluación y se contó el número total de frutos y los frutos brocados por rama.

Mediante disección de los frutos, se determinó el número de adultos vivos, muertos y su posición dentro del fruto, de acuerdo con la Figura 63: la **posición A** se refiere a una broca en busca de un fruto ó iniciando su perforación; la **posición B** muestra una broca en el canal de penetración; en la **posición C** la broca está perforando la almendra; y finalmente la **posición D** muestra una broca con su descendencia (huevos, larvas y pupas).

Los porcentajes de mortalidad, se corrigieron de acuerdo con el testigo, usando la fórmula de Schneider-Orelli (Ciba-Geigy 1981). La diferencia entre tratamientos se estableció a través de comparaciones estadísticas de rango múltiple (Tukey).

**Resultados y discusión.** Los resultados aparecen en las Tablas 43 a 49. La metodología utilizada en este estudio probó ser muy adecuada para establecer el verdadero efecto de los tratamientos evaluados; en la Tabla 43, se presenta el grado de infestación por la broca del café del primer experimento. La infestación 24 horas después de la libe-

ración de los insectos varió entre 5,14% y 51,12%, el testigo presentó una infestación de 26,46%; a los tres días se encontraron infestaciones superiores a 44% y a los 8 y 15 días las infestaciones fueron superiores a 68%. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas de la infestación promedio para cada uno de los tiempos evaluados, por tanto, estadísticamente la infestación fue homogénea para cada tiempo. Se observó además que se alcanzan niveles de infestación más altos cuando se utilizan adultos de broca recién emergidos y activos. Por otra parte, el uso de las mangas garantiza que no haya problemas de escape de broca en los sitios de estudio.

A medida que transcurre el tiempo después de la infestación es mayor la proporción de adultos de *H. hampei* que se introducen en la almendra (Tabla 44). Las brocas en la posición C se incrementaron desde 0,13% a los 3 días hasta 21,5% a los 18 días, lo que explica la reducción en la eficacia de los insecticidas (Tablas 45 y 47) al colocarse la broca lejos de su acción. No se presentó correlación sig-

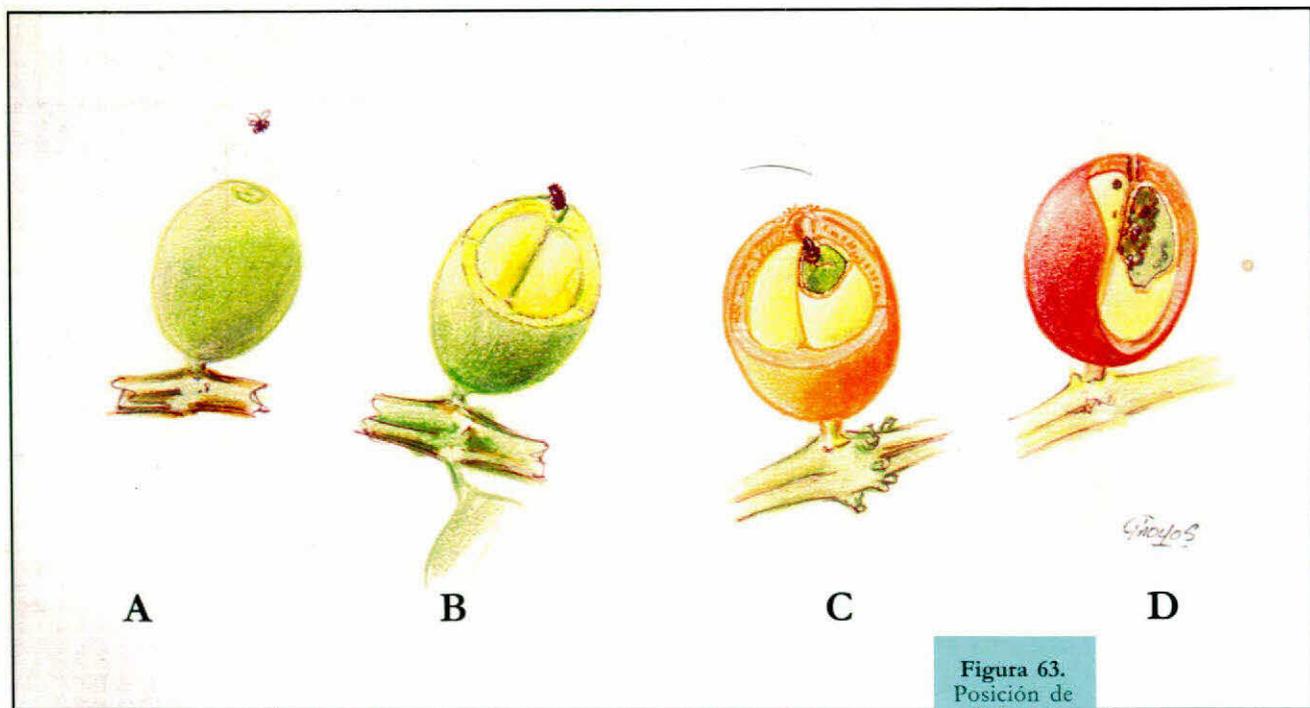


Figura 63. Posición de la broca dentro del fruto.

**Tabla 43. Porcentaje de infestación de frutos de café por *Hypothenemus hampei*, usando mangas entomológicas. Finca La Zulia, Pereira 1993. (Experimento 1).**

Insecticidas	% promedio* de infestación días después			
	1	3	8	15
Actellic	12,7	74,5	90,7	93,4
Basudín	19,2	58,0	85,1	93,1
Brocalina 10%	14,6	44,2	82,8	69,0
Brocalina 15%	24,2	62,7	87,6	90,9
Damfin	27,3	51,5	69,5	99,3
Dipterex	26,9	72,7	87,9	93,5
Endosulfan	31,5	66,0	75,5	80,5
Evisect	41,1	52,5	91,6	93,9
Regent	16,1	55,7	74,1	87,0
Inithion	51,2	63,8	94,0	91,5
Lebaycid	19,8	86,7	71,8	77,5
Lorsban 240	22,4	70,8	88,3	85,9
Malathion	38,0	52,1	63,4	100,0
Mavrik	10,0	78,2	99,5	93,1
Miral	38,3	81,5	79,6	92,4
Pirifos	14,7	73,7	76,5	100,0
Reldan	5,1	45,9	78,4	84,6
Sevin	29,5	86,3	91,0	96,6
Sumithion	29,2	83,1	96,5	98,5
Thiodan 35CE	6,0	98,5	81,5	98,5
Thionil	29,6	62,1	76,5	100,0
Testigo absoluto	29,5	67,2	86,0	79,3

\* No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para cada tiempo evaluado.

**Tabla 44. Proporción de brocas del café, *Hypothenemus hampei*, dentro del fruto, varios días después de la infestación usando mangas entomológicas. (Experimento 1).**

Días <sup>1</sup> después de la infestación	Posición de la broca (%) en los frutos		
	A	B	C
4	73,5	26,4	0,1
6	62,9	32,6	4,5
11	51,1	39,1	9,8
18	31,6	46,9	21,5

<sup>1</sup> Corresponde a los tiempos de evaluación de eficacia, incluyendo los tres días posteriores cuando se realiza la evaluación.

**Tabla 45. Eficacia de insecticidas para el control de *Hypothenemus hampei*. Finca La Zulia, Pereira, 1993. (Experimento 1).**

Insecticidas	% promedio <sup>1</sup> de mortalidad días después de la infestación			
	1	3	8	15
Actellic	97,5a	69,5b	95,6a	40,1c
Basudin	91,6a	88,8a	63,6b	63,6b
Brocalina 10%	1,9d	16,7d	7,3d	9,8d
Brocalina 15%	16,7d	9,3d	7,8d	8,5d
Damfin	0,0d	14,1d	16,7d	12,9d
Dipterex	16,3d	7,5d	26,0d	10,5d
Endosulfan	49,9c	98,1a	99,9a	89,2a
Evisect	2,0d	11,4d	7,5d	2,1d
Regent	17,3d	3,5d	40,9c	20,8d
Inithion	26,7c	2,2d	39,3c	26,2d
Lebaycid	90,6a	34,7c	43,6c	29,8d
Lorsban 240	69,2b	88,6ab	74,8b	59,5c
Malathion	10,1d	4,6d	46,8c	29,3d
Mavrik	6,2d	4,8d	3,1d	10,8d
Miral	80,9ab	38,7c	61,0b	54,3bc
Pirifos 48	34,2c	89,0ab	97,0a	78,6ab
Reldan	0,0d	13,5d	30,1cd	13,4d
Sevin	0,0d	3,5d	3,9d	3,0d
Sumithion	97,4a	85,4a	94,6a	50,5c
Thiodan 35CE	62,5b	74,3b	96,7a	92,0a
Thionil	92,0a	93,5a	98,6a	71,6b

<sup>1</sup> Datos corregidos en relación con el testigo de acuerdo a la fórmula de Schneider-Orelli (6)

**Tabla 46. Efecto residual de insecticidas evaluados para el control de *Hypothenemus hampei*. Finca Bonanza, Pereira 1994. (Experimento 1).**

Insecticida + Coadyuvante	% promedio <sup>1</sup> de mortalidad días después de la aspersión de los insecticidas				
	1	3	7	15	21
Actellic + Porter 1 cc/gr i. a.	44,0c	29,7b	11,7b	1,5b	0,0b
Basudin + Agrotin 1%	44,1c	4,7c	5,3b	2,8b	1,5b
Endosulfan + Agrotin 1%	26,9cd	-- <sup>2</sup>	24,4b	4,9b	0,0b
Miral + Agrotin 1%	95,6a	99,3a	95,9a	93,0a	33,2a
Pirifos 48 + Agrotin 1%	10,9d	-- <sup>2</sup>	14,7b	16,8b	2,8b
Sumithion + Mezclafix 0,2%	74,7b	27,9b	3,9b	1,9b	0,7b
Thiodan C.E.35+ Agrotin 1%	37,1cd	30,7b	22,9b	23,3b	1,4b
Thionil + Agrotin 1%	23,0cd	14,4b	6,0b	2,0b	5,0b

<sup>1</sup> Datos corregidos en relación con el testigo de acuerdo a Schneider-Orelli los datos seguidos por la misma letra en la misma columna no son diferentes estadísticamente. Tukey al 0,01.

<sup>2</sup> Parcelas no tratadas debido a omisión involuntaria.

**Tabla 47. Eficacia de insecticidas para el control de *Hypothenemus hampei*. Finca Bonanza, Pereira, 1994 (Experimento 2).**

Insecticidas	% promedio <sup>1</sup> de mortalidad días después de la infestación.			
	1	3	8	15
Borax	0,0d	0,0c	0,0d	0,0c
C.I.K	0,0d	3,1c	0,0d	0,0c
Danol (1,3)	20,4c	39,7b	4,6d	12,1c
Danol (1,6)	57,9b	15,8c	30,8c	9,3c
Regent	21,2c	40,1b	55,0bc	18,0c
Exp 60075 A	3,7d	14,3c	11,0c	4,1c
F.A.K	4,0d	5,2c	0,0d	6,4c
Fenothion (1,2)	98,5a	100,0a	82,7a	49,5b
Fenothion (1,5)	100,0a	100,0a	100,0a	80,4a
Fumibroca	45,7c	21,9bc	21,1c	5,0c
Lebaycid + Cosmoflux	98,0a	96,5a	84,9a	31,4b
Malathion	83,6a	89,9a	70,1b	49,0b
PDEI	0,0d	2,8c	1,8d	0,2c
Thiodan SC 35	98,0a	97,9a	99,7a	83,7a

**Tabla 48. Efecto residual de insecticidas evaluados para el control de *Hypothenemus hampei*. Finca La Pastorita, Armenia, 1994. (Experimento 2).**

Insecticidas	% promedio <sup>1</sup> de mortalidad días después de la aspersión de los insecticidas				
	1	3	7	15	21
Fenothion (1,2)	88,1a	65,5a	30,4a	3,0a	0,7a
Fenothion (1,5)	99,0a	68,0a	57,2a	3,7a	4,4a
Lebaycid + Cosmoflux 411F	63,9b	19,3b	0,7b	2,0a	2,2a
Malathion	94,0a	23,8b	25,9a	7,1a	5,8a
Thiodan SC 35	72,7b	6,1b	0,0b	0,3a	0,3a

<sup>1</sup> Datos corregidos en relación con el testigo de acuerdo a la fórmula de Schneider-Orelli los datos seguidos por la misma letra en la misma columna no son diferentes estadísticamente. Tukey al 0,01.

nificativa entre el porcentaje de infestación y el porcentaje de mortalidad, lo que significa que el efecto de los productos no está afectado por el nivel de infestación. Por lo anterior, y dado que no se presentaron diferencias en la infestación, éste no se constituye en una fuente de variación adicional, puesto que no se puede concluir que a mayor o menor infestación, hubo mayor o menor mortalidad.

El análisis estadístico fue significativo ( $P=0,01$ ) para la interacción tratamientos x tiempos por lo tanto la información se analizó en forma independiente.

En la Tabla 45 se observa la eficacia de los insecticidas probados; en general, los productos: Lorsban, Endosulfan, Basudin, Thiodan, Thionil, Sumithion, Miral, Lebaycid y Actellic, presentaron las mayores eficacias a través del tiempo y no mostraron dife-

rencias significativas; sin embargo, no siempre un mismo producto tuvo la mayor eficacia a través del tiempo.

La residualidad de los productos para el experimento 1 se muestra en la Tabla 46. Los insecticidas que presentaron mayor eficacia al tiempo 1 y menor residualidad al cabo de 21 días fueron Sumithion y Actellic. Miral fue diferente estadísticamente del resto de productos y tuvo niveles altos de mortalidad, lo que demuestra que es un insecticida bastante tóxico, aún 15 días después de haber sido aplicado.

En la Tabla 47. se presenta la eficacia de los productos evaluados en el experimento 2. Los insecticidas que mayor eficacia promedio presentaron fueron: Fenothion (1,5 L/ha), Thiodan SC y Fenothion (1,2 L/ha); un segundo grupo de productos con eficacias aceptables hasta 8 días después de la infestación fue el compuesto por Lebaycid y Malathion. Los productos restantes, presentaron baja eficacia, incluso un día después de la liberación de las brocas. La inconveniencia del Malathion radica en la alta dosis (5 L/ha) a la cual mostró eficacia.

El ensayo de residualidad de los anteriores productos a través del tiempo se presenta en la Tabla 48. Ninguno de los insecticidas evaluados mostró efecto después de los 7 días, algo deseable bajo las condiciones cafeteras colombianas y dentro de un programa de manejo integrado en el cual se pretende proteger el hombre, la biodiversidad y evitar la contaminación ambiental. El Fenothion (1,5 L/ha) tuvo la mayor eficacia y fue estadísticamente diferente al resto de los productos. Fenothion (1,2 L/ha) y Malathion tuvieron residualidades intermedias pero significativamente mayores que Lebaycid y Thiodan SC.

Los resultados del presente estudio demuestran que existen sustitutos de menor peligrosidad (categoría III) y tan eficientes como las formulaciones de endosulfan, estos son basados en los ingredientes activos: pirimifos metil, fenitrothion, clorpirifos, fenthion; los cuales se pueden utilizar cuando técnicamente se requieran dentro de un programa de manejo integrado para el control de la broca del café. Todos estos productos se deben someter a posteriores estudios de impacto ambiental para evitar posibles problemas que puedan causar en el ecosistema cafetero en caso de que se haga un mal uso de ellos.

**Conclusiones.** El uso de insecticidas para el control de la broca solo se debe llevar a cabo cuando técnicamente se requiera, o sea, se justifique por los niveles de infestación alcanzados por la plaga, caso en el cual se deben aplicar en forma localizada, en el tiempo apropiado de ataque de la broca y utilizando la tecnología de aspersión recomendada.

Los resultados de este estudio mostraron que la eficacia de los insecticidas se redujo a medida que el tiempo se incrementó después de la infestación. También se encontró que existen otras formulaciones diferentes al endosulfan de igual o mayor eficacia en el control de *H. hampei* como, pirimifos metil, fenitrothion, clorpirifos, fenthion, de categoría toxicológica III y con una actividad biológica que no supera los 15 días, lo cual hace recomendable su uso en programas de manejo integrado en donde los insecticidas son uno de los componentes del control de la broca. De este estudio se puede concluir que los insecticidas, independiente de la formulación, solo son eficaces en el control de la broca cuando ésta se encuentra penetrando los frutos y su uso obedece a un esquema de MIP donde priman los criterios técnicos para evitar efectos adversos en el ecosistema cafetero.